# 蘆筍之無機營養研究
# 一、營養條件對產品質量之影響

## Studies on the Mineral Nutrition of Asparagus officinalis Linn. (I) Influence of Nutritional Status on the Quality and Quantity of Products

林鴻淇*

*by*

**Hong-chi Lin**

## 摘　　要

一、蘆筍爲宿根作物，其根之營養生理對嫩莖之產量及品質必定有很大的影響。

二、在田間試驗中，施用 3 ton/10 a之堆肥情形下，使不同氮肥之處理對蘆筍之產量沒有顯著之影響。但化學肥料對土壤理化性質；尤其 pH 值，交換性鈣，硝酸態氮則有影響。

三、蘆筍粗大者常較細小者含有較多的纖維。此乃由於其分化階段不同之故。越靠近最大生長期之嫩莖頂端有較長幼嫩部分。

四、嫩莖因儲藏而迅速老化變硬。此乃由於粗纖維之增加，尤其木質素相對增加更多。發育初期之嫩莖經儲藏後，其可溶性氮減少；生長較久者則反而增加。儲藏使嫩莖中可溶性醣減少；尤其在 30 °C 時急遽減少。由各種跡像推斷，在 40° C 時，各種酵素系之破壞亦加快。30°C 時之老化情形最快。儲藏使嫩莖之品質迅速減低。

## 引　　言

蘆筍在最近數年內已一躍而成爲台灣最重要的經濟園藝作物。蘆筍原產於南歐以迄黑海北岸（Thompson 1957, Sawada 1962），爲溫帶作物。其最重要特徵爲宿根習性，秋末休眠春初復蘇，有極爲龐大的根系，分成直徑 4 - 6 mm 的貯藏根（Storage roots）及較細的鬚根（Fibrous roots），前者由根冠（Crown，爲一種根莖 Rhizome）發生，後者則叢生於貯藏根上。貯藏根乃由表皮（Epidermis），皮層（Cortex）及中心柱（Stele）構成，皮層蓄積由光合作用來的醣類，以蔗糖爲主，秋末蓄積醣於 Cortex 之量可佔其乾物質之 70％。其表皮則大部由纖維及木質素所構成（Scott 1954），幾與外界隔絕，是故能耐極端乾旱。如環境許可，貯藏根年年伸長而達數公尺長。如予截斷則不再伸長而叢生鬚根。貯藏根至少可活六年（Scott 1954）而貯藏物歷年週期消長，其機能數年始衰退（Tiedjens 1926）。鬚根則營無機養分之吸收，在溫帶每年於秋季枯死（Robbins 1924）翌春再生新鬚根。在台灣定植一年之蘆筍之根系有達數公斤鮮重者，其生理特性實爲蘆筍生產之關鍵。

在溫帶，蘆筍之栽培乃藉夏天使植株生長，秋天大量蓄積光合作用產物及氮化合物於根。越冬後復蘇時最初數週萌發之芽予以採收之。在台灣由於氣溫高，由已有知識推斷，蘆筍植株大部分時間不行養分之蓄積（Kimbrough 1936）。是故栽培方法異於溫帶，通常留母莖三株，藉其光合作用直接供應嫩莖生長時所需之部分物質及能源。故在台灣蘆筍地上部及地下部對嫩莖生產之貢獻如何？實爲極饒興趣之問題。

蘆筍之品質主要繫於下列因素：

1. 生長迅速。

---

* 國立臺灣大學農化系教授

2. 多汁少纖維。

要達到此要求單位時間內物質及能源之供應強度要大，且C/N之供應比要小。在台灣之地理環境下如何能使蘆筍嫩莖之發生及生長達此要求，實亟須予以探討。

要探討蘆筍根之生理營養，因其宿根習性，至少需要繼續兩年之觀察。本研究專題，除設置田間試驗外，尚採集其他樣品予以分析比較。

## 試驗材料及方法

田間試驗：

本試驗設於彰化縣溪州鄉，種植於民國 59 年 10 月 25 日，栽培 U.C. 309 綠蘆筍品種，以不同之氮處理爲變數作 4 種處理：

1. 銨態氮區（硫酸銨）
2. 銨態氮加用硝化抑制劑區（AM 600g／10a）*
3. 硝酸態氮區（硝酸銨鈣）
4. 無氮區

6 重復逢機區集設計，畦12m x 1.2m＝14.4m²，行距1.2m株距0.3m，施肥量N：$P_2O_5$：$K_2O$ = 60：15：30（kg／10a），皆施用 3 噸／10a 之堆肥。肥料一次或多次分施，其分配百分率如表一：

表一　肥料分施率

| 肥料 ＼ 60 年月份 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 堆肥 | 100 | − | − | − | − | − |
| 氮肥 | 15 | 10 | 10 | 35 | 15 | 15 |
| 磷肥 | 25 | 50 | − | 25 | − | − |
| 鉀肥 | 20 | 10 | 10 | 40 | 10 | 10 |

* AM：2−amino−4−chloro−6−methyl pyridine 見顏滄濤60/61年度試驗報告

本試驗區之土壤爲粘土，爲易於比較併列有屏東試驗地之土壤性狀如表二：

表二　土壤質地

| 土壤樣品 | 砂 % | 坋粒 % | 粘粒% | 質地 |
|---|---|---|---|---|
| 彰化溪州 | 23.2 | 26.8 | 50.0 | 粘土 |
| 屏東里港 | 73.2 | 20.0 | 6.8 | 砂質壤土 |

各試區土壤於四月一日，八月十三日及十月廿七日分別從每處理植株間以採土器採收 15 cm深之土柱以供分析。

蘆筍嫩莖依一般方法採收、分級記錄其支數及鮮重，並加以統計分析。供化學組成分析之嫩莖，一部分採自肥料試驗田，另一些白蘆筍及綠蘆筍則採自屏東試驗田。

根盤採掘自試區外之保護行植株。以水洗淨後，依其在根冠上之次序分開歸併爲四組加以分析。

化學分析方法簡略如下：

(一)土壤分析：

(1)土壤pH：以土：水＝1：1（W/V）之土壤懸濁液用Beckman H-2 PH-meter 以玻璃電極測定之。



(2)有機物：（Walkley-Black Method）用 $K_2Cr_2O_7$ 在濃硫酸稀釋時強熱氧化有機物後以亞鐵滴回剩餘之 $K_2Cr_2O_7$ 而求得之。

(3)全氮：（kjedahl method）用微量擴散法將分解液中之氨以 $H_3BO_3$ 吸收，再用 $H_2SO_4$ 滴定求得之。

(4)硝酸態氮：用Phenoldisulfonic acid 呈色，再以比色法定量之（Jackson 1958）

(5)交換性鈣，鎂，鉀：分別以FT-320-1 型原子吸光分光儀測定之。

(二)植物組織分析：

(1)水分：在 105 °C烘乾植物組織至重量恒定時，以鮮重及乾重差求得之。

(2)磷：將植物組織在硫酸中加熱，滴加濃硝酸數次氧化分解之。在硫酸爲 0.72N 下以 ascorbic acid 還原成 phospho-molybdate blue，在 820 nm 下比色定量之（Scheffer et al 1958）。

(3)蘆筍嫩莖組成分之分離及分析：

將鮮蘆筍研碎，以 1.25 %$H_2SO_4$ 溶液在回流裝置下煮沸抽出一小時，以membrane filter過濾之，得濾液。將濾渣洗入回流器中以 1.25 %NaOH 溶液如上法抽出，再用Hahn's funnel 過濾到經稱重之Membrane filter 上烘乾之，稱重測定粗纖維。由Membrane filter 取下粗纖維以 72%$H_2SO_4$ 在 5°C 浸 24 小時，以 filter crusible 過濾，在 105°C烘乾，是爲 lignin。濾液與$H_2SO_4$抽出液合併，各加入濾液容量 25%之 6% $CuSO_4$及 1.25%NaOH 溶液以沉澱蛋白質氮。過濾之，濾渣連同濾紙用Kjeldahl 法分析可溶性氮（amino acid, amide 等），及用 anthrone 法分析六碳醣，Bertrand 法分析還元醣。

Anthrone 比色定量法（Hassid）：對含有六碳醣約 10 — 100 r 的標準溶液及未知溶液2.5ml 於放冷狀況下，加入 5 ml 的 0.2% anthrone 試劑，搖混後在沸水浴中加熱16分鐘，冷却後於 620 nm 比色測定之。

## 結果與討論

一、肥料處理之影響

(一)肥料處理對土壤性狀之影響

表三　土壤化學性及其變化

| 處理代號* | | pH | 交換性陽離子 meq/100g Ca | Mg | K | 有機質% | 全氮% | 硝態氮 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | a | 5.54 | 5.69 | 2.37 | 4.20 | 2.51 | 0.18 | 151.9 |
| | b | 6.08 | 4.73 | 2.25 | 3.75 | 2.55 | 0.17 | 13.0 |
| | c | 6.27 | 5.04 | 2.42 | 3.75 | 2.24 | 0.17 | 56.4 |
| 2 | a | 6.56 | 6.17 | 2.40 | 5.56 | 2.40 | 0.18 | 69.4 |
| | b | 7.25 | 5.82 | 2.60 | 2.50 | 2.37 | 0.18 | 32.6 |
| | c | 7.03 | 5.56 | 2.79 | 3.18 | 2.58 | 0.18 | 45.6 |
| 3 | a | 7.05 | 6.37 | 2.25 | 5.45 | 2.58 | 0.18 | 134.5 |
| | b | 7.50 | 5.67 | 2.12 | 2.61 | 2.44 | 0.14 | 32.6 |
| | c | 7.60 | 6.25 | 2.50 | 3.18 | 2.58 | 0.16 | 45.6 |
| 4 | a | 6.71 | 6.00 | 2.08 | 3.41 | 2.40 | 0.14 | 34.7 |
| | b | 6.64 | 4.75 | 2.25 | 3.41 | 1.96 | 0.15 | 13.0 |
| | c | 7.40 | 5.59 | 2.62 | 3.97 | 2.72 | 0.16 | 8.4 |
| 區外 | a | 5.73 | 5.59 | 1.97 | 2.95 | 2.51 | 0.18 | 99.8 |
| 屏 | 2c | 7.30 | 6.31 | 0.71 | 3.97 | 1.31 | 0.05 | 78.1 |
| 屏 | 3c | 7.48 | 6.40 | 0.75 | 2.84 | 1.38 | 0.06 | 69.4 |
| 屏 | 9c | 7.38 | 6.13 | 0.76 | 3.41 | 1.45 | 0.09 | 104.2 |
| 屏 | 10c | 7.38 | 6.71 | 0.77 | 4.43 | 1.00 | 0.11 | 125.9 |
| 區外 | a | 7.88 | 6.71 | 0.58 | 3.41 | 0.83 | 0.03 | 19.5 |

*處理代號 1. 2. 3. 4. 如前述。a 爲四月一日，b 爲八月十三日，c 爲十月廿七日所採樣品。屏指屏東里港試驗，其代號：

2＝UF，3＝CDU，9＝UF＋AM，10＝CDU＋AM等各種肥料處理。

表三顯示：硫酸錏爲成酸肥料使處理 1 之土壤反應下降，反之，硝酸錏鈣使處理 3 之土壤反應上升。後者並使交換性鈣增加。硝酸態氮在施肥後(a)採樣者，以1 、3 顯著增高，比較結果，AM 顯出硝化抑制之效應。處理 1 至 4 間全氮之差異甚小。

㈡肥料處理對蘆筍嫩莖等級分佈及產量之影響

肥料處理對溪州試驗田蘆筍之嫩莖產量分級百分比示如表四及表五。表中所列者爲 8 — 9 月採收累計數。表六示各試區之嫩莖鮮重產量。

表四　嫩莖產量（莖數）

| 處理代號 | 一級 % | 二級 % | 三級 % | 合計支／10a | 指數 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11.73 | 26.81 | 61.46 | 12422 | 100.6 |
| 2 | 10.06 | 31.22 | 58.73 | 13117 | 106.2 |
| 3 | 11.29 | 28.49 | 60.22 | 12908 | 104.5 |
| 4 | 9.55 | 31.46 | 58.99 | 12353 | 100.0 |

表五　嫩莖產量（重）

| 處理代號 | 一級 % | 二級 % | 三級 % | 合計 kg/10a | 指數 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 21.69 | 36.14 | 42.17 | 166 | 101.2 |
| 2 | 18.86 | 40.57 | 40.57 | 175 | 106.7 |
| 3 | 20.71 | 37.87 | 41.42 | 169 | 103.1 |
| 4 | 17.68 | 40.85 | 41.16 | 164 | 100.0 |

表六 a.　小區產量表 g／14.4m²
（60 年 8 月～ 9 月彰化縣溪州鄉）

| 區集／處理別 | I | II | III | IV | V | VI | 合計 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 銨態氮區 | 3000 | 2430 | 2510 | 2220 | 2135 | 2015 | 14310 | 2386 |
| 2. 銨態氮＋AM | 2485 | 2360 | 2450 | 2550 | 2565 | 2680 | 15090 | 2516 |
| 3. 硝酸態氮區 | 2800 | 2380 | 2255 | 2580 | 2415 | 2150 | 14580 | 2432 |
| 4. 無氮區 | 2765 | 2320 | 2765 | 2570 | 2200 | 1555 | 14175 | 2363 |
| 合計 | 11050 | 9490 | 9980 | 9920 | 9315 | 8400 | 58155 | |



表六 b．產量變方分析表

| 變因 | 自由度 | 平方和 | 均方 | F 值 | 理論 F 值 5% | 理論 F 值 1% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 區集 | 5 | 960322 | 192064 | 2.82 | 2.90 | 4.56 |
| 處理 | 3 | 81704 | 27235 | 0.41 | 3.29 | 5.42 |
| 機差 | 15 | 1015140 | 67676 | | | |
| 總計 | 23 | 2057166 | | | | |

表六 c．各處理間之顯著性

| 處理別 | 2. 銨態氮＋AM | 3. 硝酸態氮區 | 1. 銨態氮區 | 4. 無氮區 |
|---|---|---|---|---|
| 小區產量 (g／14.4m²) | 2516a | 2432a | 2386a | 2363a |

經統計結果，各處理間無論產量，支數及等級分配都沒有顯著之差異。比較表三土壤中各處理之全氮，可知其變異甚小，此與反映在表四、五及六中之結果相符。但土壤中 pH 及交換性鈣有些變異；若考慮施用肥料中之其他成份，則不同處理間硫之變異亦必較大。因 pH 及其他因子之變動而引起的磷之變異亦必大。由是觀之表四至六中所示之微小產量差異，其導因頗難論斷。因此一試驗中每十公畝施用堆肥三噸。若以一般速成堆肥含要素量推論之，則每區除氮之處理外尚引進大量氮磷鉀。其供給量可能使土壤肥力已達臨界值之上，故化學肥料之添加不致引起顯著之變化。另一方面硝化抑制劑之施用顯示有極微效應，此一效應自須包括對堆肥中氮之礦化作用之抑制效果在內。

二、貯藏根之年齡對根組成之影響：

由根冠於長出每一地上莖時同時形成 2 — 3 根儲藏根。於十月廿七日掘出多年生蘆筍全株之根，依其發生順序將儲藏根分爲四組：A＝幼根；B＝成長根，C＝壯年根，D＝老年根，其組成如表七：

表七　儲藏根之組成

| 根序 | 水份% | N% | K% | Ca % | Mg% | K : Ca : Mg | 粗纖維 % | 粗醣指數 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A 幼 | 89.5 | 3.15 | 2.68 | 0.375 | 0.375 | 8.78 : 1.23 : 1 | 17.8 | 100 |
| B ↓ | 88.8 | 3.00 | 2.15 | 0.418 | 0.291 | 7.39 : 1.44 : 1 | 27.5 | 99 |
| C ↓ | 88.1 | 2.97 | 2.25 | 0.387 | 0.252 | 8.93 : 1.54 : 1 | 31.8 | 75 |
| D 老 | 85.4 | 2.14 | 1.80 | 0.363 | 0.213 | 8.45 : 1.71 : 1 | 36.0 | 74 |

表七中老根之含N量爲2.14 %，幼根者則爲 3.15 %，水份、N 、K 亦依年齡遞增而遞減，符合發生學上之原則。Ca 之相對比例遞增表示N 、K 、Mg 之自老根移出，表七中，A，B，C間之差異較小，表示根全體能維持較長時間之機能。

三、嫩莖之生理與品質之關係

取採自溪州及屏東試驗田之蘆筍嫩莖，分別測定其中部分金屬元素之組成，結果如表八所示：

表八　蘆筍嫩莖中之主要金屬元素組成 *

| | K％ | Ca％ | Mg％ | K：Ca：Mg ※ |
|---|---|---|---|---|
| 溪州筍 | 8.0 | 0.264 | 0.333 | 24.0：0.79：1 |
| 屏東筍 | 4.63 | 0.165 | 0.262 | 17.7：0.63：1 |

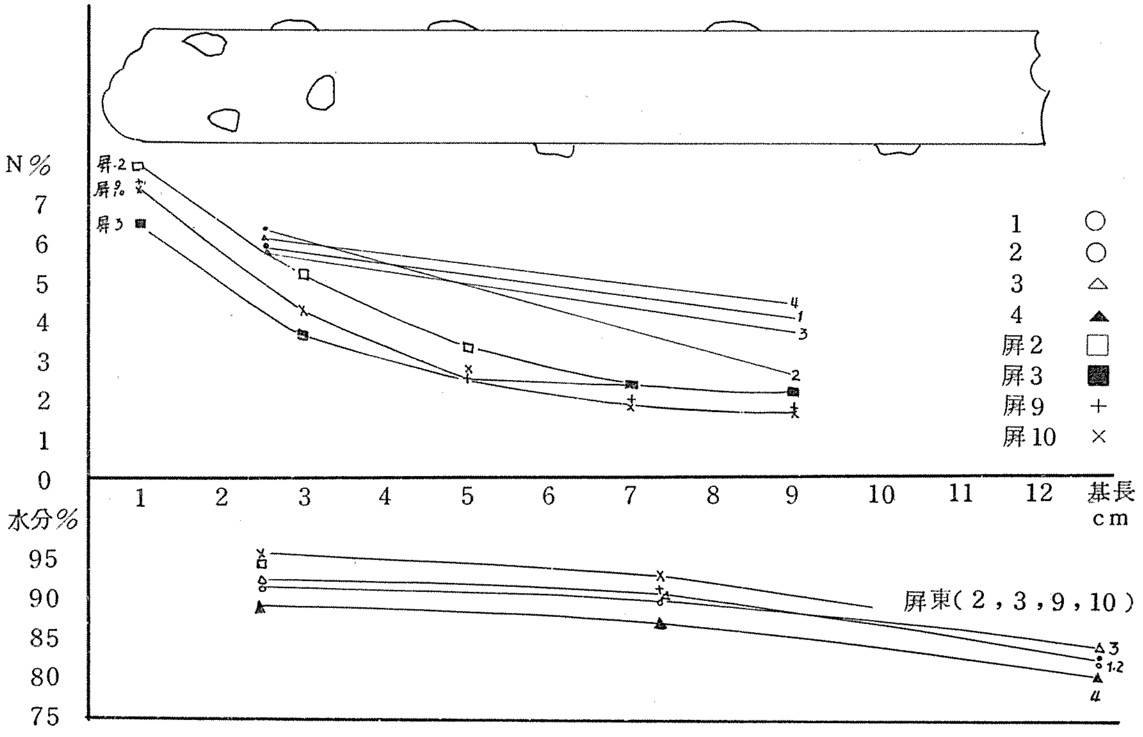
※樣品放置很久。但其比例則不受樣品陳舊之影響。

比較表八及表七，可知在嫩莖中，Mg 之含量約略與根中者相等。但以鎂爲比例基數時，嫩莖中K之相對值大量增加；Ca 之比例相對減少，表示K由根移運到嫩莖之移動性大而Ca 則移動性小而難以移運到莖中。

1. 生長勢與嫩莖品質之關係

採取屏東白筍，溪州試驗地綠筍及屏東試驗地綠筍，各從頂端往下每5cm分成一段（屏東者測氮則截取2cm爲一段）分析其中水份、氮、粗纖維、粗醣等，其結果如圖一至圖四所示：

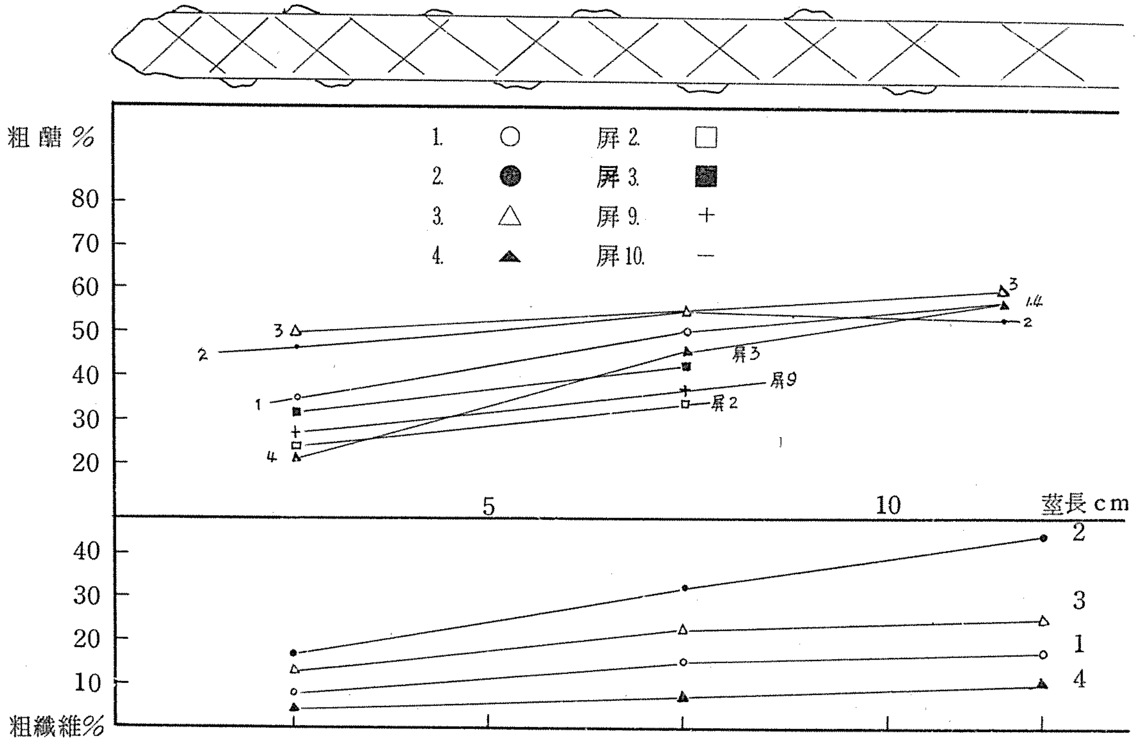
圖一　幼莖各段中之含氮量（%）




圖二　幼莖各段中之含水量（%）

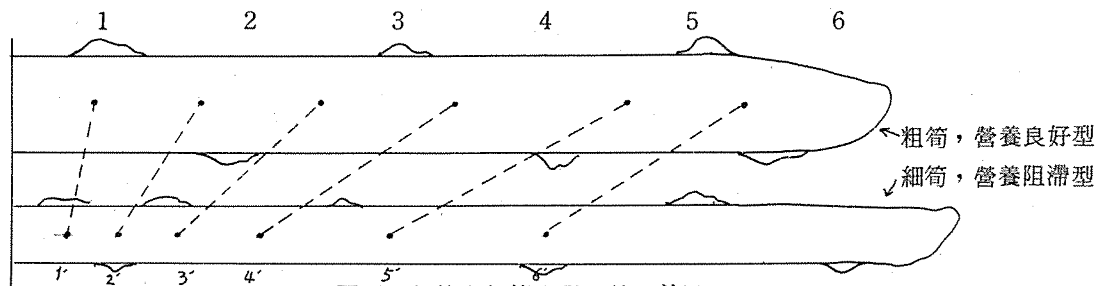


圖三　粗醣含量（以glucose計）%




圖四　粗纖維含量（%）

在圖一至圖四中，屏東筍爲較粗大者，而溪州筍爲較細小者。在發生學上可以認爲嫩莖之生理年齡隨N及水份之遞減而遞增。如假定同一N含量或水份含量爲近似同一年齡，則屏東綠筍由頂端往下年齡迅速遞增，而溪州之細小筍則增加較緩。隨著年齡之增加，粗纖維及粗醣遞增，前者表示壁膜物質之生成，後者表示儲藏物質之增加而蛋白質（N含量）及水份因而相對減少。在形態上造成此現象之原因至少有二：一爲N之供給強度低及碳水化合物之相對供給大。另一爲無機營養良否之結果。在C/N 供給比率大時易形成多蛋白質之嫩莖。在無機營養不良時易形成嫩莖有較長之幼嫩部分。此與發生學上之最大生長期（（grand growth period）之出現有關。在營養不良時，幼莖露出地面時已較接近最大生長期，故其伸長快，因而相對細嫩。較粗大之莖則仍在緩慢生長階段（相對的）且形成多纖維之筍，這種形態的差異也影響葉綠素之形成，因而大小筍間之色澤亦有差異。其原理如圖五所示：

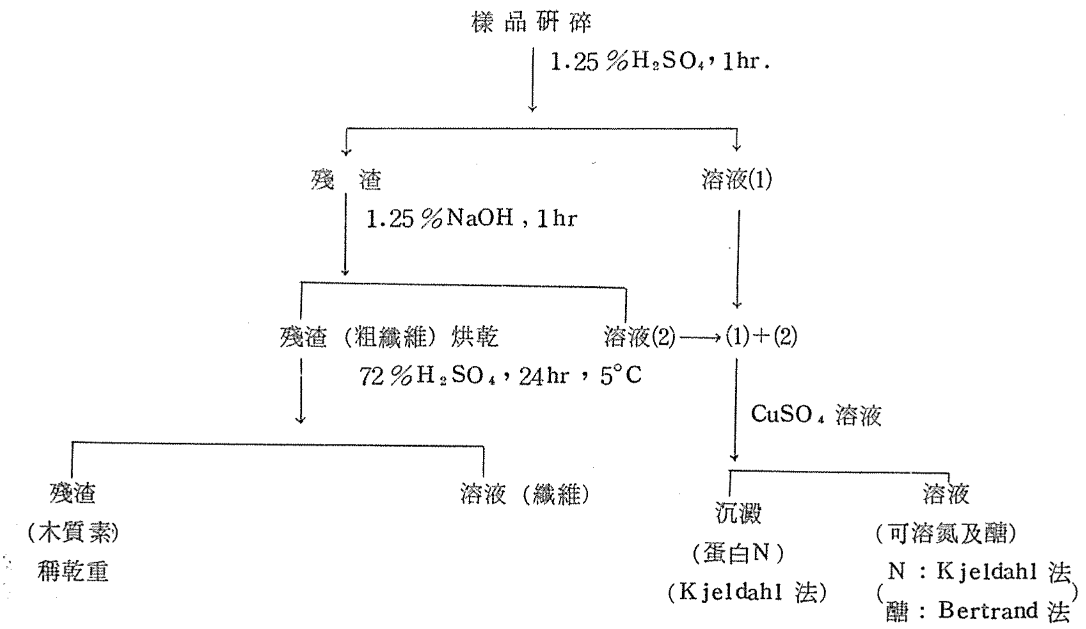



圖五　粗筍與細筍生理年齡之差異

2. 溫度及儲藏時間對嫩莖品質之影響

爲便於比較，乃採取粗大蘆筍以$KMnO_4$溶液消毒後，將之平均縱切成四份，一份立即分析，其他三

份各在攝氏5°，30° 及 40° 下儲放48° 小時後，分別依下法測定其組成分之變化。




A 白蘆筍之變化

表九　白蘆筍儲存48小時儲存溫度對嫩莖組成之影響

九(a)儲存溫度對嫩莖纖維之影響

| 編號 | 立即分析 | | 5°C | | 30°C | | 40°C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C.F.* | F/L* | C.F. | F/L | C.F. | F/L | C.F. | F/L |
| 1 | 1.2 | 4.45 | 1.7 | 3.90 | 1.3 | 4.20 | 2.4 | 3.80 |
| 2 | 1.0 | 4.51 | 2.3 | 3.89 | 3.0 | 3.50 | 1.4 | 4.30 |
| 3 | 1.5 | 4.38 | 2.7 | 3.60 | 2.8 | 3.60 | 4.0 | 3.50 |
| 4 | 1.2 | 4.50 | 2.8 | 3.60 | 2.5 | 3.72 | 2.3 | 4.20 |
| 5 | 1.3 | 4.35 | 3.0 | 3.40 | 2.9 | 3.50 | 2.8 | 3.90 |

*C.F. 粗纖維　F/L　纖維／木質素

九(b)儲存溫度對嫩莖可溶性氮含量（%）之影響

| 編號 ＼ 可溶性氮% | 立即分析 | 5°C | 30°C | 40°C |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.054 | 0.042 | 0.043 | 0.042 |
| 2 | 0.046 | 0.031 | 0.041 | 0.032 |
| 3 | 0.075 | 0.047 | 0.064 | 0.058 |
| 4 | 0.049 | 0.042 | 0.045 | 0.061 |
| 5 | 0.055 | 0.033 | 0.033 | 0.050 |



九(c)儲存溫度對嫩莖不溶性氮含量（%）之影響

| 編號 ＼ 不溶性氮% | 立即分析 | 5°C | 30°C | 40°C |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.016 | 0.071 | 0.090 | 0.058 |
| 2 | 0.022 | 0. | 0.049 | 0. |
| 3 | 0.016 | 0.058 | 0. | 0.117 |
| 4 | 0.014 | 0.099 | 0.089 | 0.095 |
| 5 | 0.0086 | 0.095 | 0.083 | 0.070 |

九(d)儲存溫度對嫩莖可溶性醣含量（%）之影響

| 編號 ＼ 可溶性醣% | 立即分析 | 5°C | 30°C | 40°C |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.3 | 3.3 | 0.55 | 0.79 |
| 2 | 9.9 | 3.4 | 1.3 | 0.31 |
| 3 | 6.9 | 1.4 | 1.1 | 1.40 |
| 4 | 5.1 | 3.4 | 1.0 | 0.66 |
| 5 | 4.0 | 1.2 | 3.6 | 3.50 |

由表九可知白蘆筍在儲藏期間對可溶性醣及其複合物，尤其粗纖維之增加及醣之減少影響最大。即使在攝氏5° 仍有很顯著之影響。粗纖維在5° 及 30°時之增加無甚差別，40° 則一般有減少增加粗纖維之傾向，可能纖維合成酵素系在低於 40° 時仍甚活躍，反而高於 40°時有迅速破壞之傾向。粗纖維之增加由纖維／木質素之比值推斷，木質素之增加較纖維相對地大些。醣之減少在低溫時較緩慢，高溫時則急劇加速，表示呼吸因溫度升高而加快。可溶性氮則一般減少而蛋白氮加多，表示在各種情況下蛋白質之合成仍在進行。

B、綠蘆筍之變化

表十　綠蘆筍儲存48小時儲存溫度對嫩莖組成之影響

十(a)儲存溫度對嫩莖可溶性氮含量（%）之影響

| 處理代號 ＼ 可溶性氮% | 立即分析 | 5°C | 30°C |
|---|---|---|---|
| 1a* | 0.052 | 0.052 | 0.112 |
| 2a | 0.068 | 0.052 | 0.078 |
| 3a | 0.047 | 0.054 | 0.081 |
| 4a | 0.069 | 0.071 | 0.089 |
| 1b* | 0.084 | 0.085 | 0.143 |
| 2b | 0.051 | 0.061 | 0.102 |
| 3b | 0.058 | 0.052 | 0.099 |
| 4b | 0.074 | 0.079 | 0.110 |

* a 爲上午採收者　* b 爲下午採收者

十(b)儲存溫度對嫩莖不溶性氮含量（%）之影響

| 處理代號 \ 不溶性氮 % | 立 即 分 析 | 5°C | 30°C |
|---|---|---|---|
| 1a | 2.3 | 2.3 | 1.6 |
| 2a | 1.6 | 1.6 | 0.42 |
| 3a | 1.9 | 1.6 | 0.43 |
| 4a | 2.7 | 1.5 | 0.99 |
| 1b | 3.5 | 2.9 | 0.83 |
| 2b | 2.0 | 2.0 | 0.63 |
| 3b | 2.2 | 2.0 | 0.59 |
| 4b | 2.8 | 2.7 | 0.75 |

表十中關於氮的變化則恰與表九相反。表十乃採溪州之綠蘆筍所做的，其可溶性氮則隨儲藏而增加，尤其高溫時爲然，增加幾達二倍。其原因可能亦如前述，由於發生年齡之關係。白蘆筍爲剛長出者，而綠蘆筍則伸出地表已生長較久，後者之蛋白合成酵素系或已退化而蛋白水解酵素相對增強，因而在儲存時之反應不同。

## 参考文獻


1. A.O.A.C. ( 1960 ) , Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 9th ed. p. 92ff.
2. Hanna G.C. ( 1941 ) Correlation studies of asparagus comparing yields. of various shorter periods with ten-year yields. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 41, 321-323.
3. Hassid W. Z. "Method in Carbohydrate Chemistry" Academic Press, N.Y. Vol. IV p. 33ff.
4. Li L. T. ( 1968 ), Soil and Fetiizer Communication, pp. 947-950.
5. Richter G. ( 1969 ), "Stoffwechselphysiologie der Pflanze" Georg-Thieme Verlag, Sttutgart, p. 388ff.
6. Robbins W.W. and H.A. Jones ( 1924 ), Root and crown development in asparagus. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 21, 104.
7. Sawada E. ( 1962 ) Asparagus, monograph, Seibundo, Tokyo, pp. 334, ( there comprehensive literatures, in Japanese ).
8. Scheffer F., B. Ulrich and J. H. Benzler ( 1960 ), Die Bestimmung von Phosphosaeure und Kieselsaeure als Molybdaenblau. Landwitsch. Forsch. 13, 191-201.
9. Scott L.E. ( 1954 ), Carbohydrate reserves of asparagus crowns. Del. Bd, Agr. B., 44, 29-34.
10. Thompson H.C. and W.C.Kelly ( 1957 ), Vegetable crops. McGraw-Hill, pp. 186-204.
11. Tiedjens V.A. ( 1926 ) Some observations on the root and crown bud formation in Asparagus officinalis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 21, 104.




## Summary


1. Asparagus officinalis is a perennial crop, so that its root system must play an unequivocal important role.
2. In a field trial by applying 3 ton/10 a of compost as basal treatment, the different nitrogeneous fertilizer treatments resulted no significant difference. But the fertilizer treat-ments had considerable influence on the soil reaction ( pH ), exchangeable calcium and content of nitrate nitrogen.
3. Big sized asparagus spears contain always more crude fiber than those of small sized spears. It may be due to the relative old physiological age of big sized spears caused by the slow development ( time factor ), while the small sized spears ( retarded form ), as they appear to be of reasonable length, they are just in a period of rapid growth ( i.e. near the grand growth period ) that no enough time is left for the fiber formation.
4. Storage of asparagus spear caused the diminution of quality owing to aging that may be due to the increase of crude fiber, especially, the increase of lignin. The soluble nitrogen fraction increased or decreased during the storage period depending on the growth stage of the spears. In the spears of early growth stage, the soluble nitrogen fraction decreased during storage probably owing to the consequence of the action of intact protein synthetic system, while that of later growth stage, this fraction increased probably owing to the autolysis. The carbohydrate decreased rapidly during the storage period, especially, at higher temperature, for example at 30°C.